

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002172776 A

(43) Date of publication of application: 18.06.02

(51) Int. Cl

**B41J 2/045**

**B41J 2/055**

**B41J 2/16**

(21) Application number: 2000371032

(71) Applicant: RICOH CO LTD

(22) Date of filing: 06.12.00

(72) Inventor: ITSUSHIKI KAIHEI

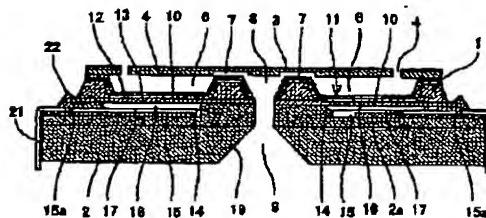
(54) INK JET HEAD AND INK JET RECORDER

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an ink jet head, and an ink jet recorder comprising nozzles for ejecting ink drops, ejection chambers communicating with the nozzles, a diaphragm forming the wall face of the ejection chambers, and a drive means for deforming the diaphragm and ejecting ink drops from the nozzles by driving the drive means, thereby pressurizing ink in the ejection chambers wherein excellent long term reliability is attained by enhancing ink resistance of the diaphragm.

**SOLUTION:** An ink resistant film 11 having double layer structure of a titanium oxide film 12 and a titanium nitride film 13 is formed at the surface on the ejection chamber 6 of the diaphragm 10.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-172776

(P2002-172776A)

(43)公開日 平成14年6月18日(2002.6.18)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テマコード\*(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数9 O.L (全13頁)

(21)出願番号 特願2000-371032(P2000-371032)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(22)出願日 平成12年12月6日(2000.12.6)

(72)発明者 一色 海平

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74)代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

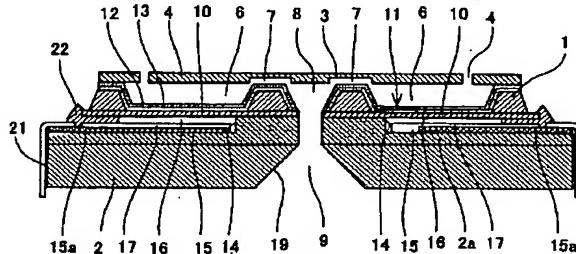
Fターム(参考) 2C057 AF70 AG14 AG55 AG85 AP02  
AP22 AP23 AP26 AP34 AP38  
AP42 AP52 AP53 AP56 AP59  
AQ02 AQ06 BA03 BA15

(54)【発明の名称】 インクジェットヘッド及びインクジェット記録装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 インク滴を吐出するノズルと、ノズルが連通する吐出室と、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変形させる駆動手段とを備えて、駆動手段を駆動することで吐出室内のインクを加圧してノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドにおいて、振動板の耐インク性を向上させ、長期信頼性に優れたインクジェットヘッドの及びインクジェット記録装置の提供。

【解決手段】 振動板10の吐出室6側の面にチタン酸化膜12とチタン窒化膜13からなる複層構造の耐インク膜11を形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク滴を吐出するノズルと、ノズルが連通する吐出室と、吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変形させる駆動手段とを備え、前記振動板を変形させて前記ノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドにおいて、前記振動板の吐出室側には耐インク性を有する複層構造の薄膜が形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記複層構造の薄膜のうちの少なくともインクと接する膜はチタン膜又はチタン化合物の膜であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記複層構造の薄膜のすべての膜がチタン膜又はチタン化合物の膜であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記複層構造の薄膜のうちの前記振動板に接する膜は電気絶縁性の膜であり、前記インクに接する膜は電気導電性の膜であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項5】 請求項4に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記電気絶縁性の膜がチタン酸化物の膜であり、前記電気導電性の膜がチタン窒化物の膜であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項6】 請求項4に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記電気絶縁性の膜がチタン酸化物の膜であり、前記電気導電性の膜が金属チタンの膜であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項7】 請求項5又は6に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記チタン酸化物の膜は金属チタンを陽極酸化法を用いて酸化することで形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項8】 請求項5又は6に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記チタン酸化物の膜は、金属チタンを酸素雰囲気下で加熱酸化することで形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項9】 請求項4乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドの電気導電性の膜に前記振動板に印加する電位と異なるインク種に対する酸化電位を印加していることを特徴とするインクジェット記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はインクジェットヘッド及びインクジェット記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置として用いるインクジェット記録装置にお

いて使用するインクジェットヘッドは、液滴を吐出するノズル孔と、このノズル孔が連通する吐出室（液室、圧力室、加圧液室、インク流路等とも称される。）と、この吐出室の壁面を形成する振動板と、この振動板を変形させる駆動手段とを備え、振動板を変形させてノズルからインク滴を吐出せるものであり、記録の必要なときにのみインク滴を吐出するインク・オン・デマンド方式のものが主流である。

【0003】そして、インクジェットヘッドは、インク滴（記録液体）の発生方法及び飛翔方向を制御するための制御方法により、幾つかの方式に大別され、特開平2-51734号公報に記載されているように、圧電素子などの電気機械変換素子を用いて吐出室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、特開昭61-59911号公報に記載されているように、吐出室内に配設した発熱抵抗体を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるバブル型のもの、吐出室の壁面を形成する振動板（又はこれと一体の電極）と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0004】特に、ピエゾ型や静電型などの振動板を用いるインクジェットヘッドは、微小液滴の吐出に優れているが、更なる高密度、高画質化のために、300 dpi或いは600 dpiといった高密度でノズルを配置することが要請されていることから、流路や流路壁面を形成する振動板をシリコン基板の異方性エッティングによって形成することが行われている。

【0005】この場合、シリコン基板からなる流路や薄膜振動板は耐インク性が十分でないことから、振動板の流路側面に耐インク性を有する耐インク膜を成膜するようしている。このような耐インク膜を振動板に形成したインクジェットヘッドとしては、従来、例えば、特開平3-79350公報に記載されているように単層のシリコン酸化膜を成膜したもの、或いは再公表特許WO97/32728に記載されているように単層のチタン窒化膜（TiN）を成膜したものがある。なお、振動板をシリコン以外で形成して、チタン窒化膜を耐インク膜としたものとして、特開平10-119268号公報、特開平8-187867号公報に記載されているものもある。

## 【発明が解決しようとする課題】

【0006】ところが、インク材料もカラー化、紙に対する浸透性、色の発色性等の改善を目的として様々な改良が加えられており、その結果、従前に比べてインクのアルカリ度が高くなる傾向にある。

【0007】そのため、上述したように、従来の耐インク膜として用いられてきたシリコン酸化膜であっても、アルカリ度が高くなったインクに対する耐性が十分なく、腐食溶解して、結果的に振動板が腐食溶解するな

ど、長期信頼性を確保することができなくなっている。また、シリコン酸化膜は内部応力が大きく、単層で用いた場合に薄膜の振動板を変形させることがあるという課題がある。

【0008】また、チタン窒化膜は、広い範囲での耐インク性を有するが、なお一部の色材に対しては耐性が十分でなく、溶出量が増加するという課題がある。また、チタン窒化膜を耐インク膜として用いる場合、ピンホール、クラックなどの問題を回避するためには膜厚を厚くしなければならないが、膜厚を厚くすると、薄膜振動板の振動特性が劣化することになり、他方、一般的な耐インク膜の厚みである100nm以下にすると上述したピンホールやクラックなどの問題を生じるという課題がある。

【0009】このように従来の耐インク膜にあっては、振動板の振動特性に影響を与えることなく耐インク性を向上して振動板の腐食溶解を防止することが困難である。そこで、一方では、インクそのものをヘッド材料を腐食しないように改良することも考えられるが、ヘッド材料の腐食を防止するために、インク色材等の特性を犠牲にすることは、高画質化、高密度化の流れに反し、他方、ヘッド材料そのものをインクに対応して変えることも考えられるが、その加工性を犠牲にすることにもなり、これも高密度化の流れに反するとともに、いずれも現実的ではない。

【0010】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、長期信頼性に優れたインクジェットヘッド及びインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るインクジェットヘッドは、振動板の吐出室面側には耐インク性を有する複層構造の薄膜が形成されている構成としたものである。

【0012】ここで、複層構造の薄膜のうちの少なくともインクと接する膜はチタン膜又はチタン化合物の膜であることが好ましい。また、複層構造の薄膜のすべての膜がチタン膜又はチタン化合物の膜であることが好ましい。

【0013】さらに、複層構造の薄膜のうちの振動板に接する膜は電気絶縁性の膜であり、インクに接する膜は電気導電性の膜であることが好ましい。この場合、電気絶縁性の膜がチタン酸化物の膜であり、電気導電性の膜がチタン窒化物の膜であることが好ましい。また、電気絶縁性の膜がチタン酸化物の膜であり、電気導電性の膜が金属チタンの膜であることが好ましい。

【0014】また、チタン酸化物の膜は金属チタンを陽極酸化法を用いて酸化することで形成されていることが好ましい。或いは、チタン酸化物の膜は、金属チタンを酸素雰囲気下で加熱酸化することで形成されていることが好ましい。

【0015】本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出させるインクジェットヘッドを搭載したインクジェットヘッド記録装置において、インクジェットヘッドの電気導電性の膜に振動板に印加する電位と異なるインク種に対する酸化電位を与える構成としたものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係るインクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図、図3は同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図である。

【0017】このインクジェットヘッドは、結晶面方位(110)の単結晶シリコン基板を用いた第1基板である流路基板1と、この流路基板1の下側に設けた結晶面方位(110)又は(100)の単結晶シリコン基板を用いた第2基板である電極基板2と、流路基板1の上側に設けた第3基板であるノズル板3とを備え、インク滴を吐出する複数のノズル4、各ノズル4が連通するインク流路である吐出室6、各吐出室6にインク供給路を兼ねた流体抵抗部7を介して連通する共通液室8などを形成している。

【0018】流路基板1にはノズル4が連通する複数の吐出室6及びこの吐出室6の壁面である底部をなす振動板10(電極を兼ねている)を形成する凹部を形成している。この流路基板1は、例えば(110)面を有するシリコン基板に予め振動板厚さに高濃度P型不純物、例えば高濃度ボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン拡散層を形成し、電極基板2と直接接合した後、吐出室6となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、このとき高濃度ボロン拡散層がエッチングストップ層となるので、これにより高精度に振動板10を形成したものである。なお、高濃度P型不純物としては、ボロンの他、ガリウム、アルミニウム等もあるが、半導体分野ではボロンが一般的である。

【0019】また、流路基板1として、ボロンが注入されたシリコン基板を用いたが、例えば、ベース基板に酸化膜を介して活性層を接合したSOI(Silicon On Insulator)基板の活性層を振動板10として使用することも可能であるし、上記高濃度ボロン層を形成した基板上に、シリコンをエビ成長させた基板のエビ層を振動板10としても良い。

【0020】そして、この流路基板1の流路側の表面には振動板10の吐出室6側の表面を含めて薄膜の複層構造の耐インク膜11を成膜している。この耐インク膜11は、振動板10側に成膜したチタン酸化膜12とこのチタン酸化膜12上に形成したインクに接する膜であるチタン窒化膜13との二層構造をなしている。

【0021】チタン酸化膜12は電気絶縁性を持つ耐イ

ンク膜であり、例えばチタン酸化膜12をスパッタでチタン膜を形成してこれを酸化して形成する場合、スパッタ時のRfパワー、窒素ガス流量比、成膜時圧力等の成膜条件を制御することで、応力を緩和することができ、振動板10を変形させることのない内部応力のチタン酸化膜12を形成することが好ましい。なお、チタン酸化膜12は金属チタンを陽極酸化法を用いて酸化したり、或いは金属チタンを酸素雰囲気下で加熱酸化することによって形成することができる。

【0022】また、チタン窒化膜13は電気導電性を持つ耐インク膜であり、このチタン窒化膜13に酸化電位を印加することで、インクとチタン窒化膜13との間での電荷の移動を防止してチタン窒化膜13の腐食溶解を防止することができる。また、このチタン窒化膜13には不純物として僅かに酸素を含有させることによって低応力化を図ることができる。

【0023】電極基板2には酸化膜層2aを形成し、この酸化膜層2aの部分に凹部14を形成して、この凹部14底面に振動板10に対向する電極15を設け、振動板10と電極15との間にギャップ16を形成し、これらの振動板10と電極15とによってアクチュエータ部（駆動手段）を構成している。

【0024】電極15表面にはSiO<sub>x</sub>膜などの酸化膜系絶縁膜、Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>膜などの窒化膜系絶縁膜からなる絶縁保護膜17を成膜している。なお、電極15表面に絶縁膜保護17を形成しないで、振動板10側に絶縁膜を形成することもできる。また、電極基板2の電極15としては、金、或いは、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。

【0025】そして、これらの流路基板1と電極基板2とはシリコン-シリコンの直接接合で接合している。これらの流路基板1と電極基板2には共通液室8に通じるインク供給口9を形成している。流路基板1と電極基板2のいずれもをシリコン基板で形成することにより異方性エッチングによる高精度の凹部を形成することができる。

【0026】ノズル板3には、多数のノズル4を二列形成するとともに、共通液室8と吐出室6を連通するための流体抵抗部7を形成する溝部を形成している。このノズル板4にはインク吐出面に撥水性皮膜を成膜している。また、ノズル板3は、ステンレス基板（SUS）、エレクトロフォーミング（電鋳）工法によるニッケルメッキ膜、ポリイミド等の樹脂にエキシマレーザー加工をしたもの、金属プレートにプレス加工で穴加工をしたもの、金属層と樹脂層を積層したものなどを用いることができる。

【0027】そして、電極15に連続する電極取り出し

部15aにヘッド駆動回路であるドライバIC（駆動用ICチップ）などをワイヤボンドによって搭載したFPCケーブル21を異方性導電膜などを介して接続している。このとき、電極基板2とノズル板3との間（ギャップ16入口）を含めて電極取り出し部15aとノズル板3との間は、エポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤22にて気密封止し、ギャップ16内に湿気が侵入して振動板10が変位しなくなるのを防止している。

【0028】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板10を共通電極とし電極15を個別電極として、振動板10と電極15との間に駆動波形を印加することにより、振動板10と電極15との間に静電力（静電吸引力）が発生して、振動板10が電極15側に変形変位する。これにより、吐出室6の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部7を介して共通液室8から吐出室6にインクが充填される。

【0029】次いで、電極15への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板10はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い吐出室6の内圧が上昇し、ノズル4からインク滴が吐出される。再び電極に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板10は電極15側に引き込まれ、次のインク滴吐出工程へ移行する。

【0030】そして、このインクジェットヘッドにおいては、少なくとも振動板10の吐出室6側の面には耐インク性を有する複層構造の薄膜（耐インク膜）11を形成しているので、ピンホールなどの偶発的に発生する堆積膜の欠陥を防止することができ、また、内部応力の小さな薄膜と耐インク性に優れた薄膜とを組み合わせることができ、振動板10の変位特性に影響を与えることなく、しかもインクによる腐食溶解を生じ難い耐インク膜を得ることができるようになり、長期信頼性を向上することができる。

【0031】この場合、耐インク膜11のうちの少なくともインクと接する膜としてチタン窒化膜13（或いはチタン膜又は他のチタン化合物の膜）とすることにより、耐インク性を向上することができる。また、耐インク膜11のすべての膜をチタン膜又はチタン化合物の膜であるチタン酸化膜12とチタン窒化膜13の組み合わせにすることによって内部応力の小さな耐インク性に優れた耐インク膜とができる。

【0032】さらに、耐インク膜11のうちの振動板10に接する膜を電気絶縁性の膜であるチタン酸化膜12とし、インクに接する膜を電気導電性の膜であるチタン窒化膜13とすることによって、チタン窒化膜13と振動板10とが電気的に絶縁されるので、チタン酸化膜13に耐インク電位（酸化電位）を印加することができるようになり、チタン酸化膜13のインク溶解をより低減することができる。なお、電気導電性の膜としては、チタン窒化膜に代えて金属チタン膜を用いることもでき

る。

【0033】次に、このインクジェットヘッドの製造工程について図4乃至図8を参照して説明する。なお、図7及び図8は図6の工程以後の工程であるが、一部を拡大して示している。まず、電極基板2の製造方法について説明する。図4(a)に示すように、低抵抗品として販売されているp型の単結晶シリコンで、面方位が(110)または(100)である電極基板2上に、ウェットあるいはドライの熱酸化法によって保護膜となるシリコン酸化膜2aを約2μmの厚さに形成する。

【0034】この酸化膜2aの厚さは、電極15とシリコンウェハとの電気的絶縁性が確保される厚さであれば良く、1~3μm程度が適当である。また、ここでは、安価に市場に出ているp型の単結晶シリコン基板を用いたが、n型の基板であっても良い。

【0035】続いて、同図(b)に示すように、電極基板2となるウェハにフォトレジストを塗布し、電極を形成するためのバターニングを行い、このフォトレジストパターンをマスクとして、弗化アンモニウムなどの緩衝成分を含む弗化水素溶液(例えば、ダイキン工業製:BHF-63U(商品名)など)を用いて、シリコン酸化膜2aに電極形成溝である凹部14を掘り込む。

【0036】このときの凹部14の掘り込み量(深さ)は、電極材料の厚さと、電極15と振動板10との間に必要な空間量(ギャップ長)を足した分だけ掘り込むことになる。なお、このときの掘り込み量は約1μm程度以下と少ないので、弗化水素溶液を用いたウェットエッチングによる掘り込みにおいても、ウェハ面内の掘り込み量のはらつきは極めて小さくできる。

【0037】続いて、同図(c)に示すように、電極材料となる多結晶シリコン膜を約300nmの厚さに堆積し、フォトエッチングの手法を用いて所望の電極形状に加工して電極15を凹部14底面に形成する。なお、ここでは、不純物がドーピングされたポリシリコンを電極15に使用したが、高融点金属を利用しても良いし、窒化チタンのような導電性のセラミックスを電極としても良い。

【0038】その後、同図(d)に示すように、電極基板2上の全面にCVDなどの手法を用いてシリコン酸化膜を堆積して、この酸化膜をバターニングすることにより、電極15を保護するための保護膜17を形成する。

【0039】次いで、図示しないが、電極基板2を窒化ガス雰囲気下で熱処理する。このときの熱処理条件は、850°C~2時間とした。この850°Cという温度は、この次に行う直接接合の温度800°Cよりも50°Cだけ高い温度になっている。なお、直接接合の温度が800°Cよりも低ければ、この温度850°Cよりも低い温度での熱処理で良い。この熱処理によって、シリコン酸化膜中に存在する水分や水素ガスなどが放出され、接合時の出ガスによるボイドの発生を防ぐことができ、非常に良

好な直接接合性を持たせることができる。

【0040】一方、図5(a)に示すように、流路基板1としてp型の極性を持ち、(110)の面方位を持つ両面研磨のシリコン基板31を利用した。このような、シリコン基板を利用する目的は、シリコンのウェットエッチング時のエッティング速度の面異方性を利用し、制度の良い加工形状を得るためにある。このシリコン基板の接合面になる両面に高濃度のホウ素を注入( $5 \times 10^{19}$ 原子/ $\text{cm}^3$ 以上)後、これを活性化し、所定の深さ

10 (振動板の厚さ)まで拡散させて高濃度ボロン拡散層32を形成する。

【0041】なお、不純物の注入にはボロンガラスを用いた固体拡散法を用いたが、イオン注入法や、不純物ガラスの塗布法などによって、硼素を注入拡散しても良い。また、高濃度不純物基板上に、シリコンをエビ成長させた基板を利用して良い。さらに、不純物を注入拡散したシリコン基板に代えて、SOI基板の活性層を用いて振動板10を形成するようにすることもできる。

【0042】そして、不純物を拡散したシリコンウェハの両面をCMPなどの方法で鏡面研磨し、その表面粗さをRa値で、0.2nm以下に加工する。これは、不純物の注入拡散によって、シリコンウェハの表面が荒れてしまうことを補正するためのもので、その研磨量は0.01μm程度で良い。この研磨量は、シリコンウェハの最終研磨仕上げの工法と全く同じであり、非常に精度良く仕上げることができる。

【0043】続いて、シリコン基板31と電極基板2とを接合する。例えば、各基板31、2をRCA洗浄で知られる基板洗浄法を用いて洗浄した後、硫酸と過酸化水素水の熱混合液に浸漬し、接合面を親水化させることで直接接合をしやすい表面状態とする。

【0044】そして、これらの基板31、2をオリエンテーションフラット部分を利用、あるいは、あらかじめアライメントマークを準備しておき、各基板31、2を整合し接合する。アライメントが完了した基板31、2を真空チャンバー中に導入し、 $1 \times 10^{-3} \text{ mbar}$ 以下の真空中度になるまで減圧する。

【0045】続いて、各基板31、2のアライメントがずれないような状態で、各ウェハを押さえ付けることで40 ブリ接合を完了する。この時、位置ずれしないように押さえると共に、押圧力は基板31、2に歪みを与えることなく、位置ずれを起こさない範囲で強く押さえることが重要である。

【0046】さらに、この後、貼り合わせたウェハを窒素ガス雰囲気下で、900°C、2時間焼成し強固な接合を得た。このときの焼成温度は、800~1200°Cの温度範囲であれば、後の切断研磨工程に耐えうるだけの十分な強度が得られる。したがって、電極材料の種類や、不純物の再拡散の発生しない温度選択で実施することができる。

【0047】次に、接合ウェハを自然冷却した後、同図(b)に示すように、シリコン基板31の研削、研磨、CMP等の手段によって、シリコン基板31の厚さを約100μmにまで薄く(液室高さを低く)する。このような機械的、物理的あるいは、化学的手法によってウェハの厚さを薄くしても、直接接合によって接合した界面が剥離したり破壊されることはない。ここでは、400μm厚さのシリコンウェハ(シリコン基板31)を直接接合した後液室高さ95±5μmを狙って研磨し、液室加工を施しても何ら問題にならなかった。

【0048】このときの液室高さは、液室が小さくなつたことによる流体抵抗として働く分と、隣り合うピット間のクロストークの影響を考慮して決められる。これは、使用するインクの粘度や、噴射するインク滴の滴量等から決まるため、一義的には決めることができない。実験によると、顔料インクを用いた場合、液室高さ50~100μmの間、特に90μm付近で良い特性を得ることができることを確認した。

【0049】続いて、同図(c)に示すように、基板を熱処理しバッファ酸化膜を約50nmの厚さに形成した後、更に後工程でのエッチングバリア層となるシリコン窒化膜34a、34bをCVDなどの方法で約100nmの厚さに形成する。そして、同図(d)に示すように、電極基板2の電極パターンに対して、赤外線アライメント方法などを用いて、電極基板2側にインク供給口9となるシリコン窒化膜34bのパターンを形成する。

【0050】その後、この基板を高濃度の水酸化カリウム溶液(例えば、80°Cに加熱した30%濃度KOH溶液)中に浸漬し、シリコン(電極基板2)の異方性エッチングを行うことで所望のインク供給口9の形状にエッチングする。このとき、電極基板2のシリコンの結晶性によって、自己整合的にインク供給口9の形状が形成される。また、このときのエッチングはシリコン基板31との接合面に存在するシリコン酸化膜によって自己収束的に停止する。

【0051】次に、図6(a)に示すように、シリコン基板31上のシリコン窒化膜34aに、液室6、共通液室8、電極パッド15aに対応する部分となるパターンをフォトリソグラフィーによってバーニングし、シリコン基板31を前記高濃度の水酸化カリウム(KOH)溶液中に浸漬し、シリコンの異方性エッチングを行うことで所望の液室6、共通液室8、パッド開口対応部分などを形成する。このとき異方性エッチングは高濃度ボロン層32に急激にエッチレートが低下し、これにより高濃度ボロン層32からなる振動板10が高精度に形成され、流路基板1を得ることができる。なお、エッチング液としては、KOH溶液に代えて、TMAH(テトラ・メチル・アンモニウム・ヒドロキシド)を使ったウェットエッチングでも良い。

【0052】また、このとき、先に開口したインク供給

口9側が再びエッティング液にさらされることになるが、シリコンの結晶異方性によって、エッティングが抑制されるため再エッティングは殆ど起らず、インク供給口9の形状が変わることはない。

【0053】次いで、同図(b)に示すように、フッ酸溶液によってシリコン酸化膜を除去し、同図(c)に示すように、ドライエッティングなどの方法でインク供給口9に残る高濃度ボロン層32を除去して、インク供給口9を完成させた。この後、超純水を使って rinsing(約10分)した後、スピンドル乾燥等で乾燥させる。以上の工程によって、振動板50などを有する静電型のインクジェットヘッドの基本部分が完成する。

【0054】次に、図7(a)に示すように、流路基板1の一部にマスクとしてのシリコン酸化膜40を形成した後、流路基板1の吐出室6側の面にスパッタなどの方法でチタン酸化膜12を50nmの厚さに成膜した。このとき、チタン酸化膜12の内部応力が小さくなるように、スパッタ時のRFパワー、酸素ガス流量比、成膜時圧力などの成膜条件を制御した。

【0055】続いて、同図(b)に示すように、チタン酸化膜12上にスパッタなどの方法で、チタン窒化膜13を50nmの厚さに成膜し、耐インク膜11を形成した。このとき、スパッタ時のRFパワー、窒素ガス流量比、成膜時圧力等の成膜条件を制御することで、膜の持つ応力を緩和することができ、振動板10を変形させることのない内部応力の耐インク膜11を形成した。なお、このときの成膜条件は、下地のチタン酸化膜12の内部応力によって変える必要がある。また、チタン窒化膜13には不純物として僅かに酸素を含有させると、同じような低応力のチタン窒化膜とすることもできる。

【0056】そして、吐出室6、振動板10、共通液室8等を形成した部分をレジストなどで覆い、同図(c)に示すように、ドライエッティングなどの方法で耐インク膜11及びボロン拡散層32の電極取り出し部15aに対応する部分を開口する。次に、図8(a)に示すように、振動板10と電極15との間のギャップ16の開口をエポキシ樹脂などの封止材22を用いて封止し、ギャップ16内に異物、湿気が入り込まないようにする。

【0057】続いて、レジストをアッシングし除去する。このとき、封止材22として用いたエポキシ樹脂も灰化されるが、ギャップ16内に入り込んでいる部分は、そのまま残るため封止の機能が損なわれることはない。最後に各チップをダイシングによって切り出し、同図(b)に示すように、ノズル板3を接着剤を用いて貼り付け、インクジェットヘッドが完成する。

【0058】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第2例について図9をも参照して説明する。流路基板1までの製造工程は、前記第1例と同様である。同図(a)に示すように、流路基板1の吐出室6側の全面に金属チタン41を30nmの厚さに成膜し

た。そして、この金属チタン41を成膜した流路基板1(電極基板2と接合されている。)を、10%磷酸溶液中に浸漬し、浴温度10°Cとして、電流密度5mA/cm<sup>2</sup>、電極に白金電極を用いて陽極酸化を行った。この後、ウェハを取り出し、充分に水洗を行った後、乾燥させることで、同図(b)に示すように、チタン酸化膜12を得た。この時、シリコンがむき出しになった面は同時に陽極酸化されているが図示を省略している。

【0059】続いて、同図(c)に示すように、スパッタなどの方法でチタン酸化膜12上にチタン窒化膜13を50nmの厚さに成膜し、耐インク膜11とした。このとき、スパッタ時のRFパワー、窒素ガス流量比、成膜時圧力等の成膜条件を制御することで、膜の持つ応力を緩和することができ、振動板10を変形させることのない内部応力の耐インク膜11を形成した。ここでも、チタン窒化膜13には不純物として、僅かに酸素を含みさせると、同じような低応力のチタン窒化膜とすることもできる。

【0060】このようにチタン酸化膜として金属チタンを陽極酸化して形成することで、室温程度以下の温度でプロセスを流すことができるため、高温に耐えるような電極材料などの高価な材料を使わなくてもよくなる。また、チタンのかぶさっていないシリコン面でも酸化が起こるため、無垢材料よりもインクに対して腐食マージンがもてるようになる。

【0061】なお、ここでは、陽極酸化法では、磷酸浴を用いたが、これに限るものではなく、陽極酸化が可能な電界浴であれば何でも良い。例えば、硫酸浴、磷酸浴、クエン酸浴、酒石酸浴、硼酸浴等でも良い。また、電界条件は、陽極酸化された膜にビンホールなどがあれば良く、浴によって条件が変わることは明らかである。また、一般に行われる酸化膜の封孔処理、例えば、硼酸+硼酸ナトリウム中性浴による2次電界処理などを行うことによって、より信頼性の高い酸化膜を得ることができる。

【0062】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第3例について説明する。なお、この第3例の工程は上記第2例と略同様であるので第2例の図9を準用して説明する。同図(a)に示すように、流路基板1の吐出室6側の全面に金属チタン41を30nmの厚さに成膜した。そして、この金属チタン41を成膜した流路基板1(電極基板2と接合されている。)を、酸素雰囲気下、900°C-10分間の加熱を行ってチタン41を酸化した。

【0063】次いで、窒素雰囲気下で、300~400°Cで、24時間以上焼きなましを行なって膜の応力を低下させた後、ウェハを取り出し、充分に水洗を行った後、乾燥させることで、同図(c)に示すように、チタン酸化膜12を得た。

【0064】続いて、同図(c)に示すように、スパッタ

タなどの方法でチタン酸化膜12上にチタン窒化膜13を50nmの厚さに成膜し、耐インク膜11とした。このとき、スパッタ時のRFパワー、窒素ガス流量比、成膜時圧力等の成膜条件を制御することで、膜の持つ応力を緩和することができ、振動板10を変形させることのない内部応力の耐インク膜11を形成した。ここでも、チタン窒化膜13には不純物として、僅かに酸素を含みさせると、同じような低応力のチタン窒化膜とすることもできる。

【0065】このようにチタン酸化膜として金属チタンを加熱酸化して形成することで、チタンが酸化され体積が膨張してビンホールが塞がれるので、厳密なチタン酸化膜が得られ、絶縁性やビンホールのほとんどない膜とすることができる。また、チタンがかぶさっていないシリコン面でも酸化が起こるため、無垢材料よりもインクに対する腐食マージンが持てるようになる。

【0066】次に、本発明に係るインクジェットヘッドの製造方法の第4例について図10を参照して説明する。同図(a)に示すように、流路基板1の吐出室6側の全面に金属チタン41を30nmの厚さに成膜した。そして、この金属チタン41を成膜した流路基板1(電極基板2と接合されている。)を、酸素雰囲気下、900°C-10分間の加熱を行ってチタン41を酸化した。

【0067】次いで、窒素雰囲気下で、300~400°Cで、24時間以上焼きなましを行なって膜の応力を低下させた後、ウェハを取り出し、充分に水洗を行った後、乾燥させることで、同図(c)に示すように、チタン酸化膜12を得た。

【0068】続いて、同図(c)に示すように、スパッタなどの方法でチタン酸化膜12上にチタン42を50nmの厚さに成膜し、耐インク膜11とした。このとき、チタン膜42は下地のチタン酸化膜12の応力を緩和する方向になるように成膜条件を決定する。

【0069】このようにチタン酸化膜として金属チタンを加熱酸化して形成することで、チタンが酸化され体積が膨張してビンホールが塞がれるので、厳密なチタン酸化膜が得られ、絶縁性やビンホールのほとんどない膜とすることができる。また、チタンがかぶさっていないシリコン面でも酸化が起こるため、無垢材料よりもインクに対する腐食マージンが持てるようになる。

【0070】次に、本発明に係るインクジェット記録装置について図11以降を参照して説明する。まず、インクジェット記録装置の機構部について図11及び図12を参照して説明すると、記録装置本体51の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部52等を収納し、給紙カセット(或いは給紙トレイでもよい。)54或いは手差しトレイ55から給送される用紙53を取り込み、印字機構部52によっ

て所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ56に排紙する。

【0071】印字機構部52は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド61と従ガイドロッド62とでキャリッジ63を主走査方向（図1-2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ63にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する本発明に係るインクジェットヘッドからなるヘッド64をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリッジ63の上側にはヘッド64に各色のインクを供給するための各インクタンク（インクカートリッジ）65を交換可能に装着している。

【0072】ここで、キャリッジ63は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド61に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド62に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ63を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ67で回転駆動される駆動ブーリ68と従動ブーリ69との間にタイミングベルト70を張装し、このタイミングベルト70をキャリッジ63に固定している。

【0073】また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド64を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズル4を有する1個のヘッドでもよい。さらに、ヘッド64として用いるインクジェットヘッドは、圧電素子などの電気機械変換素子で液室（インク流路）壁面を形成する振動板を介してインクを加圧するビエゾ型のもの、或いはインク流路壁面を形成する振動板とこれに対向する電極との間の静電力で振動板を変位させてインクを加圧する静電型のものなどを使用することができるが、本実施形態では上述した静電型インクジェットヘッドを用いている。

【0074】一方、給紙カセット54にセットした用紙53をヘッド64の下方側に搬送するために、給紙カセット54から用紙53を分離給装する給紙ローラ71及びフリクションパッド72と、用紙53を案内するガイド部材73と、給紙された用紙53を反転させて搬送する搬送ローラ74と、この搬送ローラ74の周面に押しつけられる搬送コロ75及び搬送ローラ74からの用紙53の送り出し角度を規定する先端コロ76とを設けている。搬送ローラ74は副走査モータ77によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0075】そして、キャリッジ63の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ74から送り出された用紙53を記録ヘッド64の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材79を設けている。この印写受け部材79の用紙搬送方向下流側には、用紙53を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ81、拍車82を設け、さらに用紙53を排紙トレイ56に送り出す排紙ローラ83及び拍車84と、排紙経路を形成する

ガイド部材85、86とを配設している。

【0076】また、キャリッジ63の移動方向右端側にはヘッド64の信頼性を維持、回復するための信頼性維持回復機構（以下「サブシステム」という。）87を配置している。キャリッジ63は印字待機中にはこのサブシステム87側に移動されてキャッシング手段などでヘッド64をキャッシングされる。

【0077】そして、このインクジェット記録装置においては、図1-3に示すように、ヘッド54の電極15に駆動波形を印加する駆動回路90を設けるとともに、電源91によって耐インク膜11のインク側のチタン酸化膜23に振動板10の電位（接地電位）とは異なる電位を酸化電位として印加している。

【0078】このように耐インク膜11に酸化電位を与えることによって耐インク膜11の耐インク性が向上し、腐食性の高いインクを使用しても耐インク膜11の腐食溶解が低減し、振動板10の信頼性と耐インク特性の両者を満足することができるようになる。

【0079】すなわち、上述したインクジェットヘッドのように耐インク膜として用いるチタン及びチタン窒化物は、多くのインクに対して優れた耐インク性（非溶解性）を示す素材である。実験によると、耐インク膜をシリコン熱酸化膜、金属チタン、チタン窒化物などで形成し、これをpH9（アルカリ性）、温度70°Cの2種類のインク（これをインクC、インクDとする。）に12日間浸漬したときの溶出量は例えば図1-4に示すようになった。

【0080】しかしながら、このように優れた耐インク性を有する金属チタンやチタン窒化物であっても、なお、一部のインクに対しては、僅かであるが溶解性を示すことから、このようなインクを使用する場合の耐インク膜の腐食溶解を防止することができるより信頼性を高めることになる。

【0081】その例として、図1-5に耐インク膜とインクとの間で動的な電位（酸化還元電位）を計測した例を示している。ここで、耐インク膜とインクの間で電流が流れない領域がインクに対して溶解性を示さない、すなわち耐インク膜とインクとの間で電荷のやりとりが無い領域となる。

【0082】この耐インク膜では、インクAに対しては、同図に実線で示すように電流の流れない領域が約-1.2~0.3Vの範囲と広く、耐インク性に優れていることが分かる。これに対して、インクBに対しては、同図に破線で示すように電流の流れない領域が0V近傍の極わずかの領域しかなく、溶解し易いことが分かる。

【0083】ここで、耐インク膜の溶解は耐インク膜とインクとの間での電荷のやり取りという電気化学的の反応が生じることによるものであるから、耐インク膜に酸化電位を与えれば耐インク膜の溶解を防止することができる。そこで、この実施形態では電源92から耐インク膜

11のチタン窒化膜13に酸化電位（例えば0.5V）を印加するようにしている。これにより、チタンやチタン窒化物が僅かに溶解性を示すインクを用いた場合でも、耐インク膜の腐食溶解をより確実に防止することができる。

【0084】この場合、本発明にかかるインクジェットヘッドは耐インク膜を複層構造としているので、インクと接する膜には電気導電性の膜（チタン窒化膜13）を、振動板10との間の膜には電気絶縁性の膜（チタン酸化膜12）を用いることで、チタン酸化膜23と振動板10との間を絶縁することができて、チタン窒化膜13に振動板10と異なる電位を印加することが可能になる。

【0085】なお、振動板10は電極基板2の個別電極電位に対して最適な電圧を持っていなくてはならず、通常は0Vに固定（接地）されているが、場合によっては、個別電極電位に対して相対的な電位を与えるために、0V以外の電圧が印加される場合もある。この場合でも、電気絶縁性の膜を介して電気導電性の膜を形成し、電気導電性の膜を振動板10に対して電気絶縁性を持たせているので、振動板10と異なる電位を与えることができる。

【0086】また、耐インク膜11はスパッタなどの方法で流路基板1の全面に形成するので、耐インク膜11に酸化電位を与えるための特別の電極などを設ける必要がない。さらに、耐インク膜11に与える酸化電位は1V以下の低い電圧で良いので、あえて専用の電源92を持たせないで、個別電極15からの分圧によって電位供給しても良いし、同期用のクロック電位を分圧して供給することもできる。ただし、記録装置の電源スイッチが入っていない場合には耐インク膜に酸化電位が印加されない構成としたときには、インクによって腐食が進むことになるので、より耐インク性に優れ、導電性を有するチタン窒化膜を電気導電の膜として使用することが好ましい。

【0087】なお、上記実施形態においては、振動板変位方向とインク滴吐出方向が同じになるエッジシュータ方式で説明しているが、振動板変位方向とインク滴吐出方向が直交するサイドシュータ方式にも同様に適用することができる。また、振動板を圧電素子などの電気機械変換素子で変形変位させるピエゾ型インクジェットヘッドにも適用することができる。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るインクジェットヘッドによれば、振動板の吐出室面側に耐インク性を有する複層構造の薄膜を形成したので、薄膜でピンホール欠陥のない信頼性の高い耐インク膜を形成でき、長期信頼性に優れたヘッドを得ることができる。

【0089】ここで、複層構造の薄膜のうちの少なくともインクと接する膜はチタン又はチタン化合物の膜であ

るので、耐インク性に優れた薄膜の耐インク膜が得られる。また、複層構造の薄膜のすべての膜をチタン又はチタン化合物の膜とすることで、より一層耐インク性に優れた薄膜の耐インク膜が得られる。

【0090】また、複層構造の薄膜のうちの振動板に接する膜は電気絶縁性の膜とし、インクに接する膜は電気導電性の膜とすることにより、インクに接する膜に適切な酸化電位を印加することができるようになって耐インク膜のインク耐性をより向上することができる。この場合、電気絶縁性の膜をチタン酸化物の膜とし、電気導電性の膜をチタン窒化物の膜或いは金属チタンの膜とすることで、ピンホール欠陥のないチタン酸化膜を形成することができる。

【0091】さらに、チタン酸化物の膜は金属チタンを陽極酸化法を用いて酸化することで形成することにより、室温程度以下の温度での製造が可能になって低コスト化を図れる。また、チタン酸化物の膜は、金属チタンを酸素雰囲気下で加熱酸化することで形成することにより、ピンホールの殆どない膜とすることができます。

【0092】本発明に係るインクジェット記録装置によれば、インクジェットヘッドの電気導電性の膜に振動板に印加する電位と異なるインク種に対する酸化電位を与えるので、インクジェットヘッドの長期信頼性に向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図3】同ヘッドの振動板短手方向の要部拡大断面図

【図4】同ヘッドの製造工程の第1例の説明に供する説明図

【図5】図4に続く製造工程の説明に供する説明図

【図6】図5に続く製造工程の説明に供する説明図

【図7】図6に続く製造工程の説明に供する説明図

【図8】図7に続く製造工程の説明に供する説明図

【図9】同ヘッドの製造工程の第2例の説明に供する説明図

【図10】同ヘッドの製造工程の第3例の説明に供する説明図

【図11】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図

【図12】同記録装置の側断面説明図

【図13】同記録装置のインクジェットヘッドに対する酸化電位の印加を説明する説明図

【図14】耐インク膜のインクに対する溶出量の実験結果を説明する説明図

【図15】耐インク膜とインクとの間での酸化還元電位の説明に供する説明図

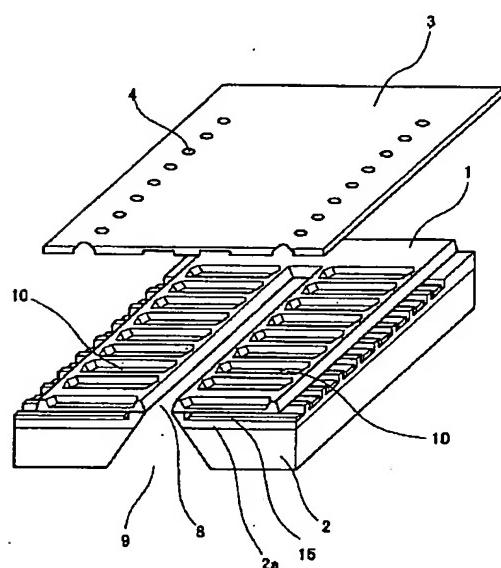
#### 【符号の説明】

50 1…流路基板、2…電極基板、3…ノズル板、4…ノズ

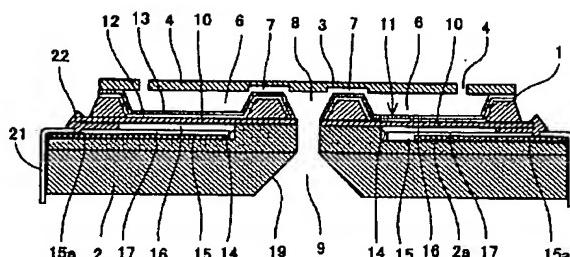
ル、6…吐出室、7…流体抵抗部、8…共通液室、9… インク供給口、10…振動板、14…凹部、21…耐イ\*

\*インク膜、22…チタン酸化膜、23…チタン窒化膜。

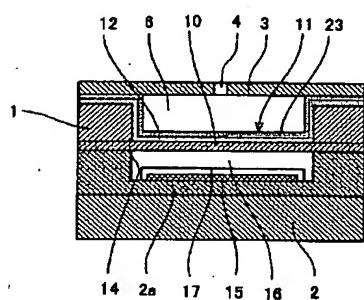
【図1】



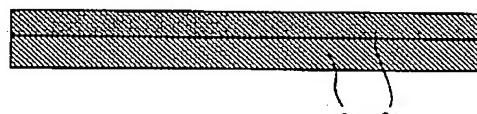
【図2】



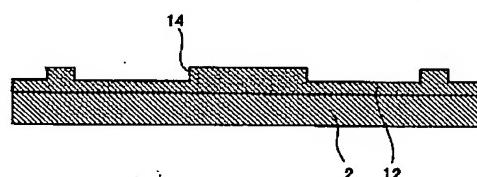
【図3】



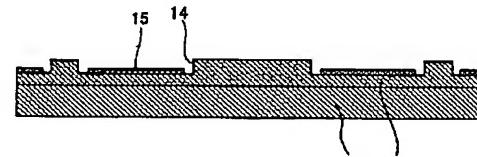
(a)



(b)

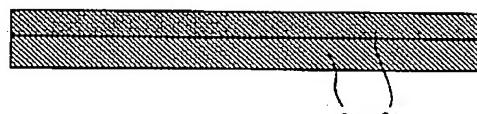
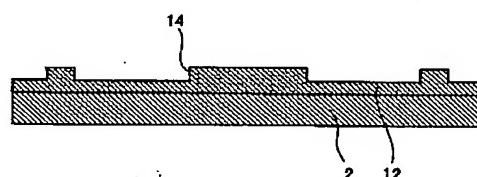
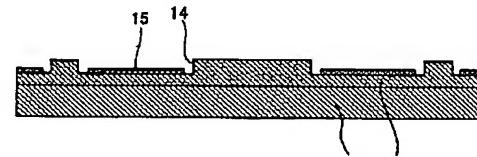
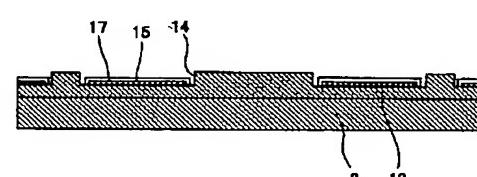


(c)

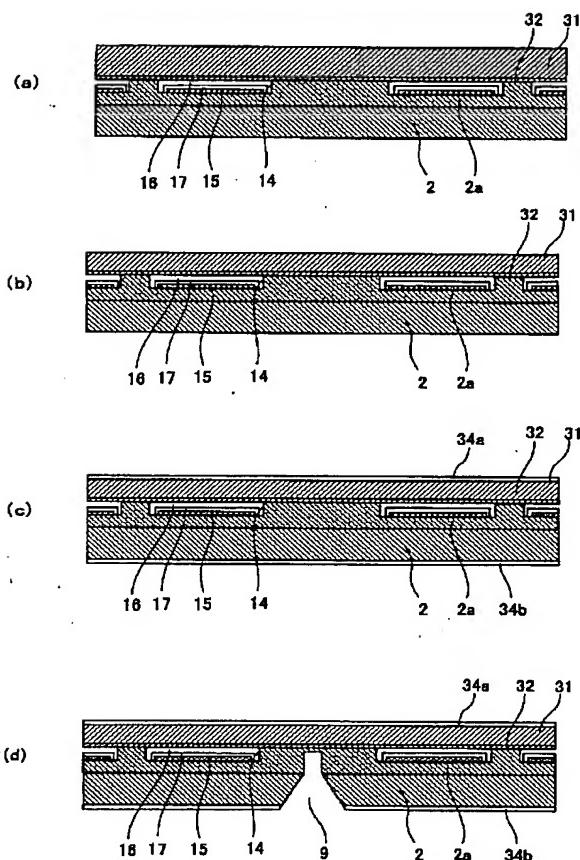


(d)

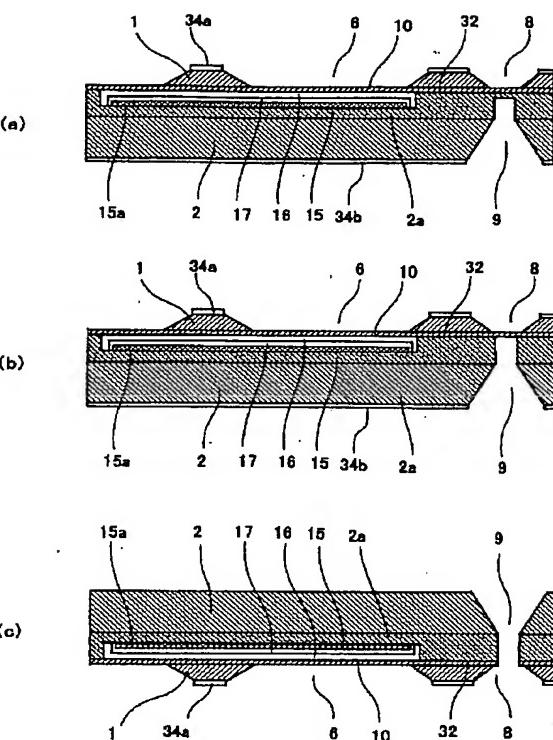
【図4】

2  
2a2  
122  
122  
12

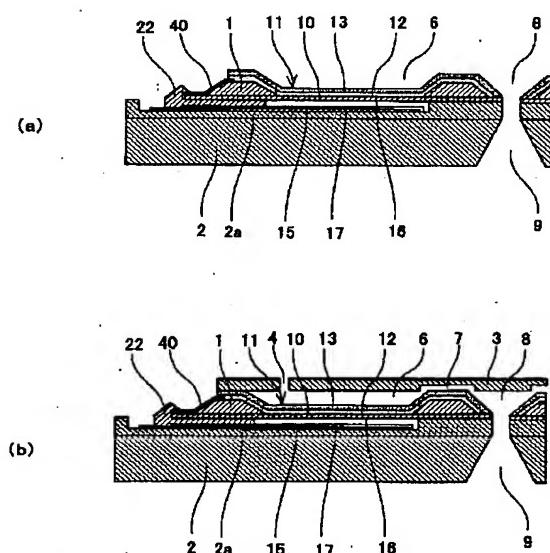
【図5】



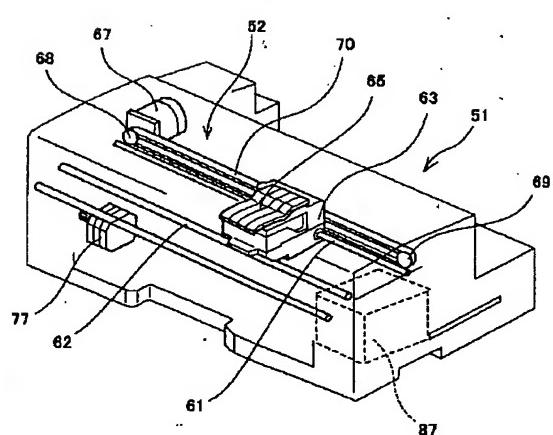
【図6】



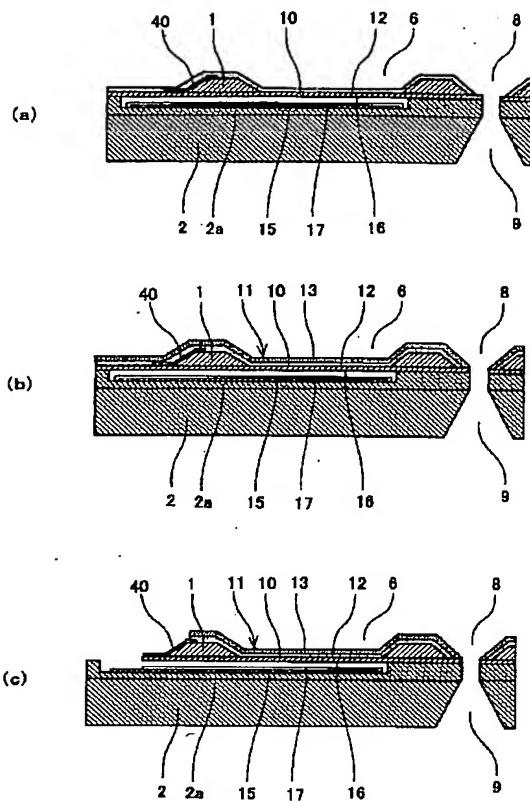
【図8】



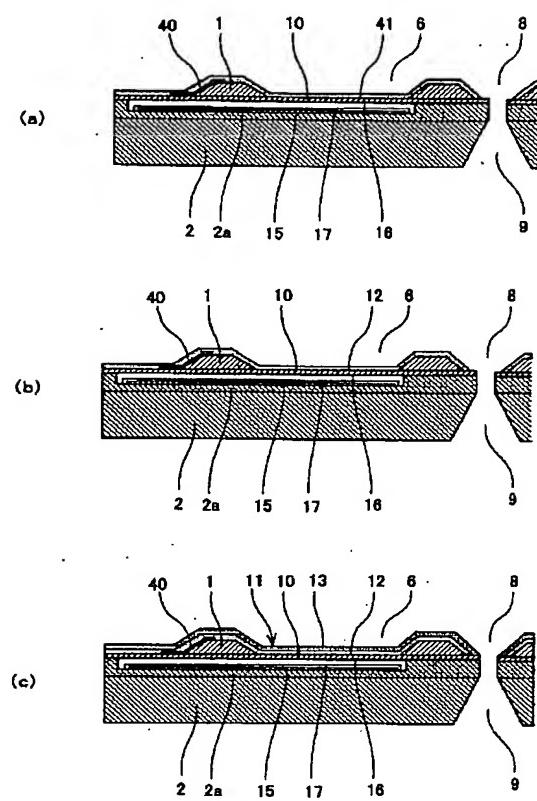
【図11】



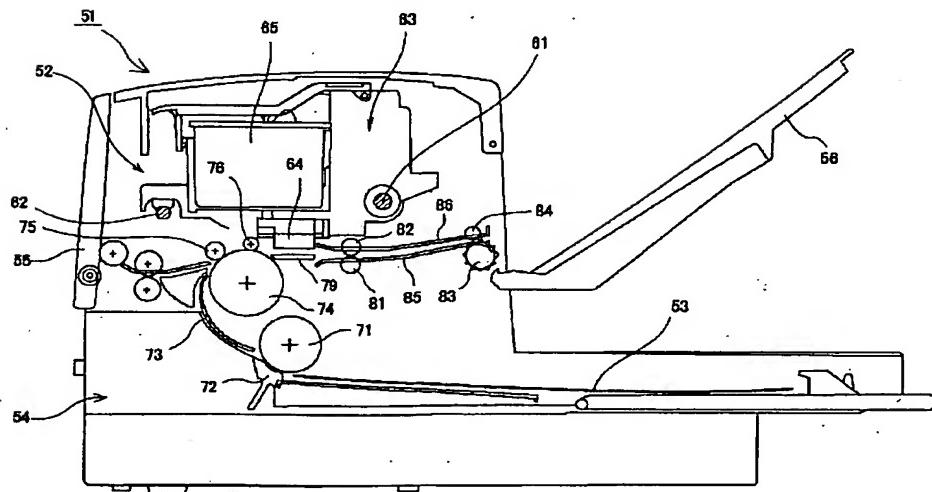
〔図7〕



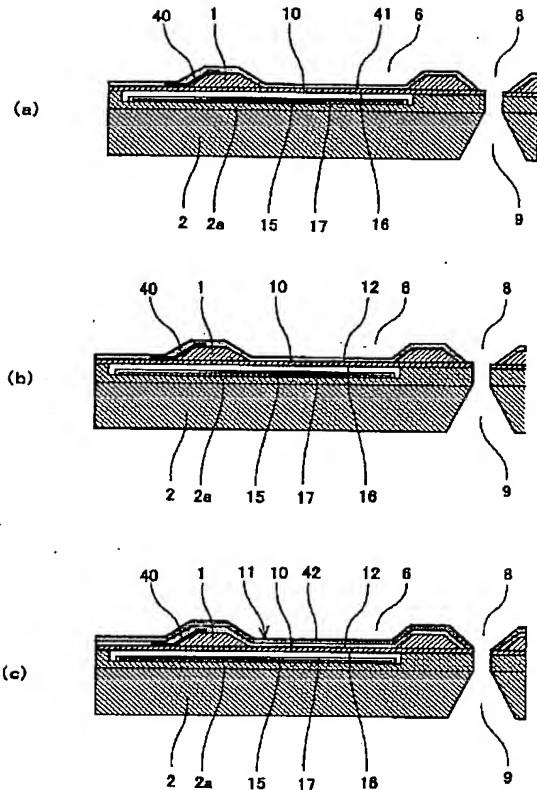
[図9]



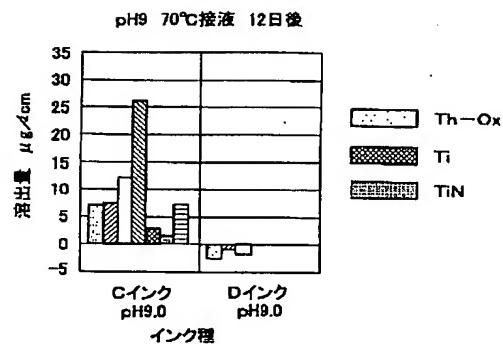
【図12】



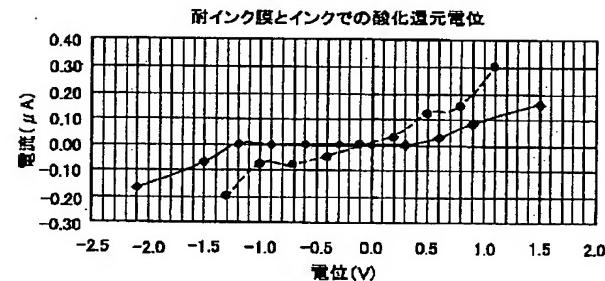
【図10】



【図14】



【図15】



【図13】

